

THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED
TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE
FEES FOR THIS PAPER TO DEPOSIT
ACCOUNT NO. 23-0975

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of :
Kikuo MAEDA et al. :
Serial No. NEW : **Attn: APPLICATION BRANCH**
Filed March 24, 2004 : Attorney Docket No. 2004_0446A
ROLLING BEARINGS

CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

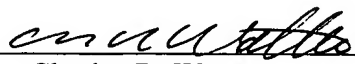
Sir:

Applicants in the above-entitled application hereby claim the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2003-085309, filed March 26, 2003, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Kikuo MAEDA et al.

By 
Charles R. Watts
Registration No. 33,142
Attorney for Applicants

CRW/asd
Washington, D.C. 20006-1021
Telephone (202) 721-8200
Facsimile (202) 721-8250
March 24, 2004

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 2 6 日
Date of Application:

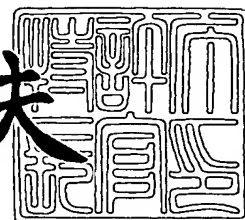
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 8 5 3 0 9
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 8 5 3 0 9]

出 願 人 N T N 株 式 会 社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 3 月 1 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 4 - 3 0 2 1 0 9 5

【書類名】 特許願

【整理番号】 KP05669-02

【提出日】 平成15年 3月26日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F16C 33/64
C21D 9/40

【発明の名称】 転がり軸受

【請求項の数】 6

【発明者】

 【住所又は居所】 三重県桑名市大字東方字尾弓田 3 0 6 6 NTN株式会社
社内

 【氏名】 前田 喜久男

【発明者】

 【住所又は居所】 三重県桑名市大字東方字尾弓田 3 0 6 6 NTN株式会社
社内

 【氏名】 藤井 幸生

【特許出願人】

 【識別番号】 000102692

 【氏名又は名称】 NTN株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100074206

 【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区日本橋 1 丁目 1 8 番 1 2 号 鎌田特
許事務所

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鎌田 文二

 【電話番号】 06-6631-0021

【選任した代理人】

【識別番号】 100084858

【弁理士】

【氏名又は名称】 東尾 正博

【選任した代理人】

【識別番号】 100087538

【弁理士】

【氏名又は名称】 鳥居 和久

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009025

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 転がり軸受

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 軸受鋼、浸炭鋼または機械構造用炭素鋼により形成された内輪および外輪と、これらの両軌道輪の間に組み込まれる複数の転動体とから成る転がり軸受において、前記内輪と外輪の少なくとも一方が、浸炭窒化処理とその後の高周波焼入れを含む熱処理により、その表層に 2 0 0 M P a 以上の圧縮応力を付与されていることを特徴とする転がり軸受。

【請求項 2】 前記内輪と外輪のうち、前記熱処理を受けた軌道輪は、その表層の 5 0 0 ℃での焼戻し硬度が H v 5 5 0 以上である請求項 1 に記載の転がり軸受。

【請求項 3】 前記内輪と外輪のうち、前記熱処理を受けた軌道輪は、その表層のオーステナイト結晶粒度が G c 1 0 以上である請求項 1 または 2 に記載の転がり軸受。

【請求項 4】 前記熱処理が、浸炭窒化処理と高周波焼入れとの間に高温焼戻しを行うものである請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の転がり軸受。

【請求項 5】 前記転動体がころであり、その配列が総ころ配列である請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の転がり軸受。

【請求項 6】 自動車のロッカーアームに組み込まれる請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の転がり軸受。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

この発明は、自動車のロッカーアーム用軸受等、潤滑条件の厳しい用途や曲げ応力が作用する用途で使用される転がり軸受に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

近年、自動車等の機械において、低燃費化やメンテナンスフリー化のために、機械に組み込んでいる転がり軸受の潤滑油の粘度を下げたり、潤滑油を交換せず

に長期間使用する等、軸受を従来よりも厳しい潤滑条件で運転する場合が増えてきている。このような潤滑条件の厳しい用途で使用する軸受では、軌道輪と転動体との間に適度な油膜が形成されず、表面発熱や金属接触が生じて、要求される寿命を満足できない場合も散見される。特に、総ころ型式の軸受においては、軌道輪ところの間への潤滑油供給量が不足しやすいため、軌道輪の表面を起点とした剥離が生じやすい。例えば、本発明の実施形態である図 1 に示す自動車のロッカーアーム用軸受や針状ころ軸受では、内輪（または内輪と一体に形成された軸）に剥離が生じて、寿命が大幅に短縮される場合がある。

【 0 0 0 3 】

一方、今後、機械の動力性能向上等のために転がり軸受がより高荷重で使用されるようになるにつれて、軸受の割れの問題が顕在化してくると予想される。特に、前記ロッカーアーム用軸受のようにハウジングに装着されずに荷重を受ける軸受や、薄いハウジングに装着される軸受では、使用時に繰返し曲げ応力が作用するため、疲労による割れが問題となる可能性が高い。

【 0 0 0 4 】

上記のような転がり軸受の使用条件の過酷化によって生じる問題に対して、軸受材料の変更で対応しようとする、通常は大幅に材料コストが増加してしまうため、熱処理面での工夫によるコスト増加の少ない対応策が求められている。

【 0 0 0 5 】

このような熱処理面からの対策の一つとして、浸炭窒化处理が知られている。浸炭窒化处理は、鋼製の材料の表面から窒素と炭素を拡散侵入させ、表層に材質変化抵抗性（ミクロ組織変化抵抗性、硬度軟化抵抗性）を付与することにより材料を長寿命化する技術であって、一般的な軸受材料として知られる軸受鋼や浸炭鋼、あるいは機械構造用炭素鋼で形成された軸受の内輪や外輪に対しても適用が広がってきている。

【 0 0 0 6 】

しかし、浸炭窒化处理は、材料表面からの拡散技術であるため、必要な浸炭窒化深さを得るのに長時間を要する。このため、浸炭窒化处理された材料は、表層の組織が粗くなったり、全体の結晶粒が大きくなったりして、疲労強度が低くな

る問題が残る。

【0007】

また、ロッカーアーム用軸受に関しては、相手カムとの接触による外輪の摩耗を防ぐ目的で外輪の外径面と転走面とで炭素濃度分布を変えたり、内輪と一体に形成された軸の表層の炭素濃度と硬度および内部の硬度を制御して、耐摩耗性を向上させる方法（浸炭または浸炭窒化処理後に高周波焼入れした軸）の提案がある（特許文献1参照。）が、転動寿命や割れ強度に着目した技術はなかった。

【0008】

【特許文献1】

特開2002-194438号公報

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

そこで、この発明の課題は、潤滑条件の厳しい用途や曲げ応力が作用する用途でも長期間安定して使用できる安価な転がり軸受を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため、この発明は、軸受鋼、浸炭鋼または機械構造用炭素鋼により形成された内輪および外輪と、これらの両軌道輪の間に組み込まれる複数の転動体とから成る転がり軸受において、前記内輪と外輪の少なくとも一方に対して、浸炭窒化処理とその後の高周波焼入れを含む熱処理を行うことにより、その表層に200MPa以上の圧縮応力を付与した構成を採用したのである。

【0011】

すなわち、少なくとも内輪または外輪を浸炭窒化処理後に高周波焼入れして、その表層に材質変化抵抗性と200MPa以上の高い圧縮応力を付与することにより、材料コストを従来と同等としながら、耐表面損傷性を向上させて、転動疲労寿命の延長と疲労強度の向上とを同時に実現できるようにしたのである。

【0012】

このとき、前記熱処理の対象とする軌道輪は、転動疲労寿命の面からは、その表層の500℃での焼戻し硬度をHv550以上とすることが好ましく、疲労強

度の面からは、表層のオーステナイト結晶粒度を $Gc10$ 以上とすることが好ましい。

【0013】

また、その浸炭窒化处理と高周波焼入れとの間で高温焼戻しを行うようにすれば、焼戻し時に軌道輪全体が低硬度になるため、その後の高周波焼入れにより付与される表層の圧縮応力をより大きくすることができ、転動疲労寿命および疲労強度をさらに改善することができる。

【0014】

この発明は、前記転動体がころであり、その配列が総ころ配列である転がり軸受に有効に適用することができる。

【0015】

また、厳しい潤滑条件で使用され、使用時に繰返し曲げ応力が作用する自動車のロッカーアーム用軸受では、この発明の適用による効果が大きい。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、図1乃至図3に基づき、この発明の実施形態を説明する。図1は、実施形態の転がり軸受1を、自動車のエンジンバルブ2とこれを開閉するカム3との間に介装されるロッカーアーム4に組み込んだ状態を示す。転がり軸受1は、ロッカーアーム4の固定軸4aに嵌め込まれた内輪5と、カム3に対向する外輪6と、これらの両軌道輪5、6間に総ころ状態で配列された複数のころ7とで構成されている。一方、ロッカーアーム4は、その中央部が回動自在なロッカーシャフト8に固定され、一端部をバルブ2に連結されてバルブスプリング9により図面下方向へ付勢されており、他端側に組み込んだ軸受1の外輪6の外径面を常にカム3に押し付けるようになっている。従って、カム3がカムシャフト10とともにその軸心まわりに回転すると、軸受1を介してロッカーアーム4が揺動し、バルブ2が上下動して開閉する。

【0017】

上記転がり軸受1の内輪5、外輪6およびころ7は、いずれも高炭素クロム軸受鋼で形成されている。そして、熱処理時には、ころ7が通常の浸炭窒化处理の

みを受け、内輪 5 と外輪 6 は、浸炭窒化処理後に一旦高温焼戻しされたうえ高周波焼入れされている。この熱処理により、各軌道輪 5、6 は、その表層に 200 MPa 以上の圧縮応力を付与されるとともに、表層の 500℃での焼戻し硬度が Hv 550 以上となり、その結果として、転動疲労寿命および割れ疲労強度が大幅に改善されている。また、外輪 6 については、高周波焼入れ時の加熱温度を適切に設定して表層のオーステナイト結晶粒度が Gc 10 以上の細粒となるように制御することにより、割れ疲労強度を内輪 5 よりもさらに高くしている。

【0018】

従って、この軸受 1 は、総ころ型式で潤滑条件が悪化しやすく、また外輪 6 がカム 3 から繰返し曲げ応力と接触応力を受ける状態で使用されるが、早期に軌道輪 5、6 の表面剥離や割れが発生することなく、長期間安定して使用することができ、自動車の性能向上を目的とした潤滑条件や荷重条件の過酷化にも対応することができる。

【0019】

上述した実施形態では、内輪と外輪の両方について、浸炭窒化処理後に高温焼戻しと高周波焼入れを行う熱処理により、それぞれの表層に 200 MPa 以上の圧縮応力を付与するようにしたが、いずれか一方にこの熱処理を行うようにしてもよい。なお、軸受の用途や使用条件によっては、前記熱処理のうちの高温焼戻しを省略することもできる。

【0020】

また、浸炭窒化処理とその後の高周波焼入れを含む熱処理を受ける軌道輪の素材としては、軸受鋼に限らず、浸炭鋼や機械構造用炭素鋼を使用することもできる。

【0021】

次に、上述のような本発明の軸受の性能を確認するために行った実験について説明する。

(1) 転動疲労寿命比較実験

この実験は、総ころ型式で、内輪が軸と一体に形成された針状ころ軸受について、その内輪（軸）の転動疲労寿命を調査した。実験の対象材としては、内輪

軸)の素材および熱処理の異なる軸受を、比較例を含めて合計7個用意した。各軸受は、内輪(軸)が外径14.64mm×幅17.3mm、外輪が内径18.64mm×外径24mm×幅6.9mm、ころが外径2mm×長さ6.8mm(26本)のもので、それぞれの内輪(軸)の素材および熱処理は、実験の結果と併せて図2に示している。なお、外輪およびころには、高炭素クロム軸受鋼で形成され、通常の浸炭窒化処理を受けたものを使用した。

【0022】

図2の表に示した内輪(軸)の熱処理のうち、実施例の軸受鋼の浸炭窒化処理(N o. 1, 3)は、カーボンポテンシャル1.1~1.2%、アンモニア濃度5%の雰囲気中で850℃×90分加熱して、深さ約0.3mmの浸炭窒化層を形成した後、油焼入れしており、処理後の表層の炭素濃度は1.05~1.1%、窒素濃度は約0.25%であった。

【0023】

一方、浸炭鋼の浸炭窒化処理(N o. 2, 4)は、920℃×400分の加熱時間のうち、前半の250分間はカーボンポテンシャル1.0%の雰囲気ですみ炭のみを行い、後半の150分間では、カーボンポテンシャル0.8%、アンモニア濃度7%の雰囲気ですみ炭窒化を行って、深さ約1.5mmの浸炭硬化層と深さ約0.3mmの浸炭窒化層を形成した後、油焼入れを行った。処理後の表層の炭素濃度は約1.0%、窒素濃度は約0.35%であった。

【0024】

そして、各実施例の浸炭窒化処理後の高周波焼入れ(N o. 1~4)では、深さ約1mmの硬化層を形成するようにした。また、浸炭窒化処理と高周波焼入れとの間で高温焼戻しを行う場合(N o. 3, 4)の焼戻し温度は、600℃とした。

【0025】

これに対して、比較例のうちの軸受鋼の標準熱処理(N o. 5)は、カーボンポテンシャル0.9%の雰囲気中で850℃×45分加熱後に油焼入れを行った。軸受鋼の浸炭窒化処理(N o. 6)の条件は、実施例(N o. 2, 4)と同じである。また、浸炭鋼の標準浸炭処理(N o. 7)は、920℃×400分の加

熱時間のうち、前半の 2 5 0 分間はカーボンポテンシャル 1. 0 % の雰囲気での浸炭を、後半の 1 5 0 分間はカーボンポテンシャル 0. 8 % の雰囲気での拡散を行い、その後油焼入れを行った。

【 0 0 2 6 】

これらの各軸受を、外輪回転型寿命試験機にセットして、下記の試験条件でそれぞれの内輪（軸）の表層に剥離が生じるまでの時間を測定した。

【 0 0 2 7 】

（試験条件）

荷重：2. 5 8 k N（基本動定格荷重の 3 0 %）

外輪回転速度：7 0 0 0 r p m

潤滑油：エンジンオイル油（1 0 W - 3 0）

潤滑油温度：1 0 0 ℃

そして、各軸受の内輪（軸）表層剥離までの時間を、軸受鋼の標準熱処理品（N o. 5）を基準とする比に換算し、これを転動疲労寿命比として図 2 中に示した。

【 0 0 2 8 】

図 2 から明らかなように、各実施例は、いずれも内輪（軸）の表層において、2 0 0 M P a 以上の圧縮応力と、H v 5 5 0 以上の 5 0 0 ℃ 焼戻し硬度が確保されており、転動疲労寿命が標準品（N o. 5）の 3. 5 倍以上となっている。また、実施例のうちでも、浸炭窒化処理と高周波焼入れとの間で高温焼戻しを行ったもの（N o. 3, 4）は、それぞれ同じ鋼種で高温焼戻ししないもの（N o. 1, 2）に比べて、圧縮応力が高く、長寿命となっている。

（2）割れ疲労寿命比較実験

この実験では、素材および熱処理の異なるリング試験片を、比較例を含めて合計 7 種類（各 4 個）用意した。各試験片の寸法は、内径 4 5 m m × 外径 6 0 m m × 幅 1 5 m m であり、それぞれの素材および熱処理は、実験の結果と併せて図 3 に示している。図 3 の表に示した各実施例および比較例の熱処理の内容は、前述の図 2 について説明したものと同一である。

【 0 0 2 9 】

これらの各試験片を、リング割れ疲労寿命試験機にセットし、下記の試験条件で回転させながら繰返し荷重をかけて割れが生じるまでの繰返し数を測定した。

【0 0 3 0】

(試験条件)

荷重：9. 8 k N

負荷速度：8 0 0 0 c p m

潤滑油：タービン油 (V G 6 8)

そして、各試験片の割れまでの繰返し数を、軸受鋼の標準熱処理品 (N o. 5) を基準とする比に換算し、これを割れ疲労寿命比として図 3 中に示した。なお、図 3 中の数値は、同一種類の 4 個の試験片の平均値である。

【0 0 3 1】

図 3 から明らかなように、各実施例は、表層の圧縮応力が 2 0 0 M P a 以上、5 0 0 ℃焼戻し硬度が H v 5 5 0 以上、オーステナイト結晶粒度が G c 1 0 以上で、割れ疲労寿命が標準品 (N o. 5) に対して大幅に改善されている。

【0 0 3 2】

【発明の効果】

以上のように、この発明は、転がり軸受の内輪と外輪の少なくとも一方を浸炭窒化処理後に高周波焼入れすることにより、その表層に材質変化抵抗性と 2 0 0 M P a 以上の高い圧縮応力を付与したので、軸受の材料コストを従来と同等としながら、転動疲労寿命と割れ疲労強度を大幅に改善することができる。

【0 0 3 3】

従って、この発明を適用した転がり軸受は、潤滑条件の厳しい用途や曲げ応力が作用する用途でも長期間安定して使用することができ、今後の潤滑条件や荷重条件の過酷化にも対応することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

実施形態の転がり軸受のロッカーアームへの組込み状態を示す正面断面図

【図 2】

転動疲労寿命比較実験の対象材と実験結果を示す表

【図 3】

割れ疲労寿命比較実験の対象材と実験結果を示す表

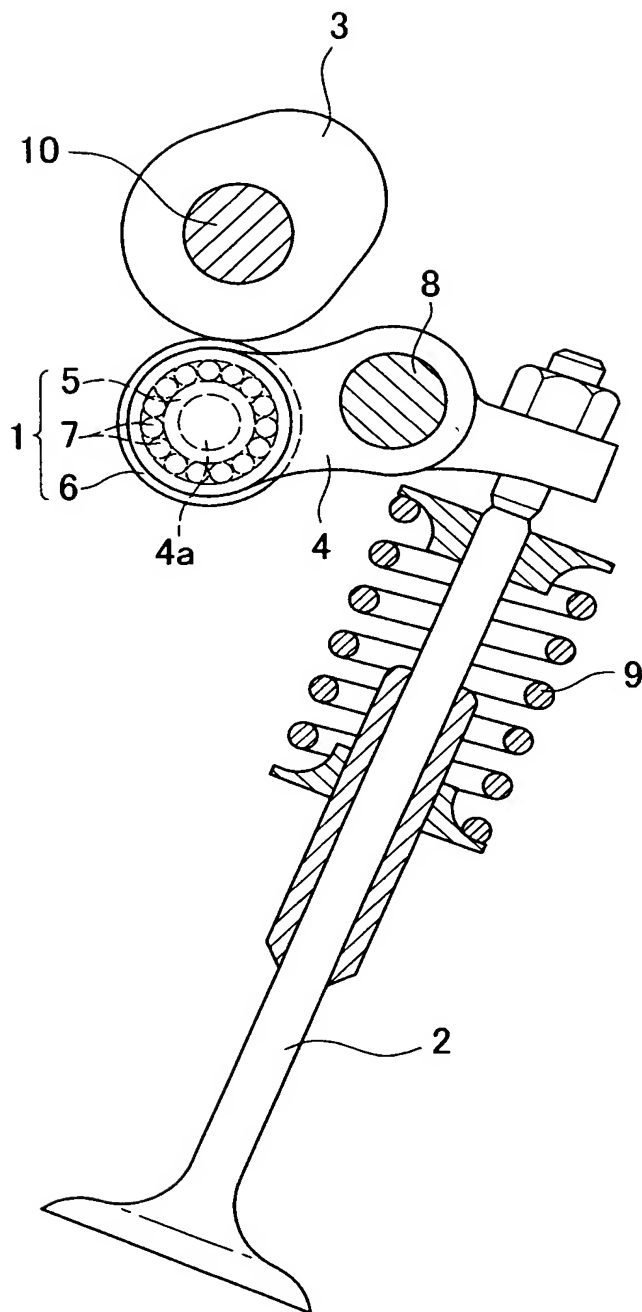
【符号の説明】

- 1 転がり軸受
- 2 バルブ
- 3 カム
- 4 ロッカーアーム
- 4 a 固定軸
- 5 内輪
- 6 外輪
- 7 ころ
- 8 ロッカーシャフト
- 9 スプリング
- 1 0 カムシャフト

【書類名】

図面

【図 1】



【図 2】

| 事例 | No. | 素材 | 熱処理 | 硬度 (Hv) | 圧縮応力 (MPa) | 500℃焼戻 硬度(Hv) | 転動疲労 寿命比 |
|-----|-----|-----|----------------------|------------|---------------|------------------|-------------|
| 実施例 | 1 | 軸受鋼 | 浸炭窒化+高周波焼入 | 770 | 230 | 600 | 3.5 |
| | 2 | 浸炭鋼 | 浸炭窒化+高周波焼入 | 750 | 450 | 620 | 3.8 |
| | 3 | 軸受鋼 | 浸炭窒化 +高温焼戻し+高周波焼入 | 850 | 370 | 610 | 4.6 |
| | 4 | 浸炭鋼 | 浸炭窒化 +高温焼戻し+高周波焼入 | 830 | 520 | 630 | 5.0 |
| 比較例 | 5 | 軸受鋼 | 標準熱処理 | 740 | 0 | 470 | 1.0 |
| | 6 | 軸受鋼 | 浸炭窒化 | 780 | 120 | 580 | 1.9 |
| | 7 | 浸炭鋼 | 標準浸炭 | 720 | 290 | 480 | 1.3 |

【図 3】

| 事例 | No. | 素材 | 熱処理 | 表層硬度 (Hv) | 圧縮応力 (MPa) | 500℃焼戻 硬度(Hv) | 結晶粒度 (Gc) | 割れ疲労 寿命比 |
|-----|-----|-----|----------------------|--------------|---------------|------------------|--------------|-------------|
| 実施例 | 1 | 軸受鋼 | 浸炭窒化+高周波焼入 | 780 | 200 | 610 | 11 | 3.7 |
| | 2 | 浸炭鋼 | 浸炭窒化+高周波焼入 | 770 | 420 | 600 | 10 | 4.9 |
| | 3 | 軸受鋼 | 浸炭窒化 +高温焼戻し+高周波焼入 | 840 | 350 | 580 | 11 | 4.0 |
| | 4 | 浸炭鋼 | 浸炭窒化 +高温焼戻し+高周波焼入 | 820 | 590 | 610 | 10 | 5.3 |
| 比較例 | 5 | 軸受鋼 | 標準熱処理 | 740 | 50 | 470 | 9~10 | 1.0 |
| | 6 | 軸受鋼 | 浸炭窒化 | 760 | 120 | 590 | 8~9 | 2.2 |
| | 7 | 浸炭鋼 | 標準浸炭 | 720 | 340 | 470 | 4~8 | 2.8 |

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 潤滑条件の厳しい用途や曲げ応力が作用する用途でも長期間安定して使用できる安価な転がり軸受を提供することである。

【解決手段】 自動車のロッカーアーム 4 に組み込まれる転がり軸受 1 の内輪 5 および外輪 6 を、高炭素クロム軸受鋼で形成し、浸炭窒化処理後に一旦高温焼戻ししたうえで高周波焼入れする熱処理を行って、その表層に材質変化抵抗性と 200 MPa 以上の圧縮応力を付与することにより、材料コストを従来と同等としながら、転動疲労寿命および割れ疲労強度を大幅に改善したのである。従って、この軸受 1 は、総ころ型式で潤滑条件が悪化しやすく、また外輪 6 がカム 3 から繰返し曲げ応力を受けるが、長期間安定して使用することができる。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 8 5 3 0 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 0 2 6 9 2]

1. 変更年月日

2 0 0 2 年 1 1 月 5 日

[変更理由]

名称変更

住 所

大阪府大阪市西区京町堀 1 丁目 3 番 1 7 号

氏 名

N T N 株式会社